

データベースを用いた橋梁構造物の耐風設計に関する基礎的研究

京都大学工学部 正 員 松本 勝 京都大学工学部 正 員 白石成人
 京都大学工学部 正 員 白土博通 京都大学大学院 学生員 Stoyan Stoyanoff
 N K K 正 員 〇村上琢哉 京都大学大学院 学生員 八木知己

1. まえがき 現在まで、数々の既存橋梁に対して風洞実験が行われてきた。その中には、設計当初提案された断面形状が、その後の風洞実験による照査で断面形状変更を余儀なくされた例も少なくない。故に、設計の初期段階で極端に耐風安定性の悪い形式・構造断面を棄却、あるいは耐風性に有利な構造物を選定できれば望ましいと思われる。そこで本研究では、全国各気象官署における自然風観測記録、従来より報告されている各種構造断面の構造特性や空力特性、および種々の空力現象の発生機構の諸研究成果をベースに、耐風安全性評価が橋梁構造物の初期設計において、より合理的に行えるような設計システムを作成することを試みる。今回は、システム構築の第一段階として、検討対象を桁断面のフラッターに限定する。

2. 耐風安全性評価に必要なデータベースの構築 設計初期段階で、橋梁の形式選定を行うためには、耐風安全性評価が必要であり、そのためには自然風特性、構造特性、空力特性を何らかの形で表現する必要がある。本研究では、各特性に関する既存データを収集することにより、各特性の把握を試みた。以下、各特性毎に説明を加える。

- ・自然風特性 近隣の気象官署の自然風特性を与える。
- ・構造特性 橋梁形式・構造断面別に分類して、構造諸元のデータを収集した。各関係において、グラフ上に平均的な値(回帰分析推定式)、考えられる上限値、下限値を与える推定線を引いた。その一例として、箱桁吊橋の支間長と鉛直たわみ1次振動数の関係を図1に示す。

- ・空力特性 現在までに得られた構造基本断面の空力特性を、幾何学形状や空力現象の発生機構等に着目して橋梁各断面に適用し、空力特性評価を試みた。つまり図2に示すように、トラス断面、偏平六角形の連成フラッター特性は平板に、トラス断面、I型2主桁断面のねじれフラッター特性はH型断面に、逆梯形断面、矩形断面(ブラケット付)の空力特性は、矩形断面にそれぞれ適用可能であるとして、基本断面の空力特性を当てはめる。空力評価としては、連成フラッター特性には、平板翼理論の提案式である Selberg式を用い、さらに Selberg¹⁾、Kloeppel²⁾らが提案している非流線型断面に対する Selberg式の補正係数を導入して、各断面について算定を試みる。ねじれフラッターについても同様に評価するものとする。補正係数の算定については、過去の風洞実験から算定した。ギャロッピングについては、HDL³⁾の評価式を用いることにした。ただし、減衰の項が考慮されていないことに注意して用いるものとする。

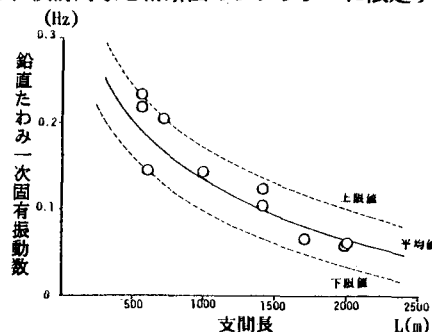
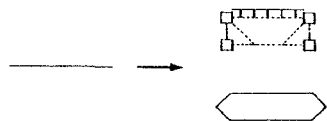
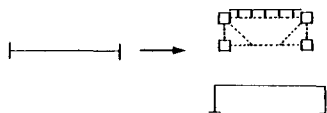


図1 箱桁吊橋における構造特性

連成フラッター特性



ねじれフラッター特性



ギャロッピング特性

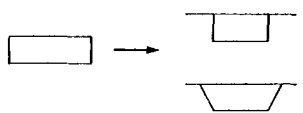


図2 構造基本断面から橋梁断面への適用

乱流効果については、安定化するものは安全側の風速値を与えるものとして、一様流中の風速値で評価

Masaru MATSUMOTO Naruhito SHIRAISHI Hiromichi SHIRATO Stoyan STOYANOFF Takuya MURAKAMI
 Tomomi YAGI

する。さらに、乱流中で不安定化するものは、発散形状が穏やかであるような断面については、慎重に取り扱わなければならないが、一様流中の値を用いるものとする。一方、発散形状が激しい断面（例えば、鋭いH型断面）については、振動数が高い場合は乱流中でも限界風速が設計風速を超える場合が存在すると思われるが、その桁断面形状を用いるのは好ましくないという情報を与えるものとする。

3. 橋梁形態の比較 適用支間長が競合するような場合、候補断面選定においては、数多くの橋梁案が考えられる。本研究では、適用支間長が競合する各橋梁形式を比較することにより、ある程度耐風安全性を判断できる指標を作成することを試みる。つまり、本研究で推定した構造特性データを用い、その橋梁形態が持つ構造特性から考えられる発散振動限界風速の上限値、下限値を算定した。

一例として、吊橋（幅員30m）における比較図を図3に示す。これより、トラス補剛桁、偏平六角形断面における下限値が高く、耐風性が優れているものと思われる。一方、H型断面は耐風性が悪く、支間長600mにおいて、下限値が20(m/s)弱、上限値でも60(m/s)しか確保されていないことがわかる。しかし、これは構造特性から考えられる耐風性であり、このような断面でも、何らかの耐風対策により、耐風性が改善されることも考慮に入れる必要があろう。例えばH型断面は、バップルプレートの挿入により、若干フラッターを高風速域に移行することが報告されている。⁴⁾ 今後は、耐風安定化対策による改善も考慮した指標の作成が望まれる。

4. 結論 各橋梁形態を比較することにより、ある程度耐風安全性を判断できる指標を作成することを試みた。その結果、推定した発散振動発現風速の上限値が、目標安全性評価を満足しないので、選定すべきではないと思われる、もしくは、推定した発散振動発現風速の下限値から算定される安全性評価が目標安全性評価を満足しているので、耐風性からみると適当であるといった評価が、この評価方法を設計初期段階で用いることにより、極端に耐風安定性の悪い形式・構造断面が選ばれるのを防ぎ、耐風性に有利な構造物が設計されるのに貢献できるものと思われる。

最後に、本研究の遂行に際し、京都大学工学部永元直樹氏にデータ収集・解析及び図面作成などで多大な協力を得たことを記し、感謝の意を表します。

（参考文献）

- 1) Selberg, A : Oscillation and Aerodynamic Stability of Suspension Bridges; ACTA Polytechnica Scandinavica, Ci 13, 1961
- 2) Kloeppe, K. et al. : Modellversuche im Windkanal zur Bemessung von Brucken gegen die Gefahr winderregter Schwingungen ; Der Stahlbau, Heft 12, 1967
- 3) 阪神高速道路公団設計荷重委員会報告書；第3編 風荷重分科会報告（別冊-2）阪神高速道路の耐風設計に関する検討
- 4) 白石、松本ら；H型断面のフラッター特性に関する実験的研究、構造物の耐風性に関する第4回シンポジウム， PP.183-189, 1976. 12

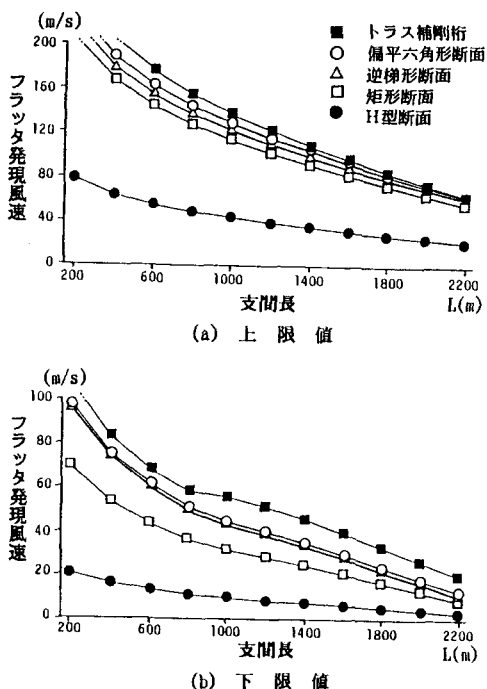


図3 桁断面形状によるフラッター発現風速
上限値・下限値の比較（吊橋）